

Опр. формулы и самое
важное по физике за 8 класс.

Скорняков владимир

Беспорядочное движение частиц, из которых состоят тела, называют тепловым движением.

Кинетическая энергия всех молекул, из которых состоит тело, и потенциальная энергия их взаимодействия составляют внутреннюю энергию тела.

Процесс изменения внутренней энергии без совершения работы над телом или самим телом называется теплопередачей.

Явление передачи внутренней энергии от одной части тела к другой или от одного тела к другому при их непосредственном контакте называется теплопроводностью.

Энергия, которую получает или теряет тело при теплопередаче, называется количеством теплоты.

$$1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж.}$$

$$1 \text{ ккал} = 1000 \text{ кал.}$$

$$1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж} \approx 4,2 \text{ Дж.}$$

$$1 \text{ ккал} = 4190 \text{ Дж} \approx 4200 \text{ Дж} \approx 4,2 \text{ кДж.}$$

Физическая величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать телу массой 1 кг для того, чтобы его температура изменилась на 1 °С, называется удельной теплоемкостью вещества.

Удельная теплоемкость обозначается буквой c и измеряется в

$$\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$$

Удельная теплоемкость некоторых веществ, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$

Золото	130	Железо	460	Масло под- солнечное	1700
Ртуть	140	Сталь	500	Лед	2100
Свинец	140	Чугун	540	Керосин	2100
Олово	230	Графит	750	Эфир	2350
Серебро	250	Стекло ла- бораторное	840	Дерево (дуб)	2400
Медь	400	Кирпич	880	Спирт	2500
Цинк	400	Алюминий	920	Вода	4200
Латунь	400				

$$Q = cm(t_2 - t_1).$$

Пример 1. В железный котел массой 5 кг налита вода массой 10 кг. Какое количество теплоты нужно передать котлу с водой для изменения их температуры от 10 до 100 °С?

При решении задачи нужно учесть, что оба тела — и котел, и вода — будут нагреваться вместе. Между ними происходит теплообмен. Их температуры можно считать одинаковыми, т. е. температура котла и воды изменяется на $100\text{ °С} - 10\text{ °С} = 90\text{ °С}$. Но количества теплоты, полученные котлом и водой, не будут одинаковыми. Ведь их массы и удельные теплоемкости различны.

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано:

$$m_1 = 5\text{ кг}$$

$$c_1 = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$m_2 = 10\text{ кг}$$

$$c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$t_1 = 10\text{ °С}$$

$$t_2 = 100\text{ °С}$$

$Q = ?$

Решение:

Количество теплоты, полученное котлом, равно:

$$Q_1 = c_1 m_1 (t_2 - t_1),$$

$$Q_1 = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}} \cdot 5\text{ кг} \cdot 90\text{ °С} \approx$$

$$\approx 207\,000\text{ Дж} = 207\text{ кДж}.$$

Количество теплоты, полученное водой, равно: $Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - t_1)$,

$$Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}} \cdot 10\text{ кг} \cdot 90\text{ °С} \approx 3\,780\,000\text{ Дж} = 3780\text{ кДж}.$$

На нагревание и котла, и воды израсходовано количество теплоты: $Q = Q_1 + Q_2$,

$$Q = 207\text{ кДж} + 3780\text{ кДж} = 3987\text{ кДж}.$$

Ответ: $Q = 3987\text{ кДж}$.

Пример 2. Смешали воду массой 0,8 кг, имеющую температуру 25 °С, и воду при температуре 100 °С массой 0,2 кг. Температуру полученной смеси измерили, и она оказалась равной 40 °С. Вычислите, какое количество теплоты отдала горячая вода при остывании и получила холодная вода при нагревании. Сравните эти количества теплоты.

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано:

$$m_1 = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,8 \text{ кг}$$

$$c_1 = c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$$

$$t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$t = 40 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$Q_1 = ?$$

$$Q_2 = ?$$

Решение:

Горячая вода остыла от 100 до 40 °С, при этом она отдала количество теплоты:

$$Q_1 = c_1 m_1 (t_2 - t),$$

$$Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot (100 \text{ }^\circ\text{С} - 40 \text{ }^\circ\text{С}) = 50\,400 \text{ Дж.}$$

Холодная вода нагрелась с 25 до 40 °С и получила количество теплоты:

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_1),$$

$$Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}} \cdot 0,8 \text{ кг} \cdot (40 \text{ }^\circ\text{С} - 25 \text{ }^\circ\text{С}) = 50\,400 \text{ Дж.}$$

Ответ: $Q_1 = 50\,400 \text{ Дж}$, $Q_2 = 50\,400 \text{ Дж}$.

Физическая величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании топлива массой 1 кг, называется удельной теплотой сгорания топлива.

Удельная теплота сгорания обозначается буквой q . Единицей удельной теплоты сгорания является $1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

Удельная теплота сгорания некоторых видов топлива, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Порох	$0,38 \cdot 10^7$	Древесный уголь	$3,4 \cdot 10^7$
Дрова сухие	$1,0 \cdot 10^7$	Природный газ	$4,4 \cdot 10^7$
Торф	$1,4 \cdot 10^7$	Нефть	$4,4 \cdot 10^7$
Каменный уголь	$2,7 \cdot 10^7$	Бензин	$4,6 \cdot 10^7$
Спирт	$2,7 \cdot 10^7$	Керосин	$4,6 \cdot 10^7$
Антрацит	$3,0 \cdot 10^7$	Водород	$12 \cdot 10^7$

$$Q = qm.$$

$$E = E_k + E_p.$$

Полная механическая энергия, т. е. сумма потенциальной и кинетической энергии тела, остается постоянной, если действуют только силы упругости и тяготения и отсутствуют силы трения. В этом и заключается закон со-

Во всех явлениях, происходящих в природе, энергия не возникает и не исчезает. Она только превращается из одного вида в другой, при этом ее значение сохраняется.

Переход вещества из твердого состояния в жидкое называют плавлением.

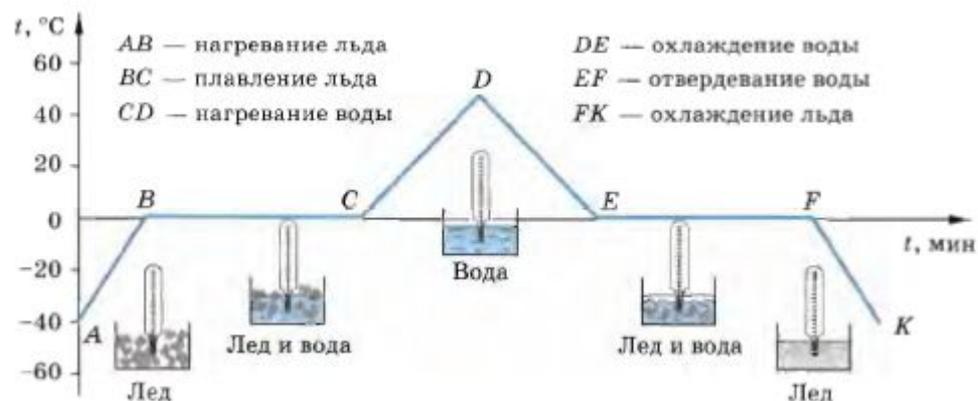
Температуру, при которой вещество плавится, называют температурой плавления вещества.

*Температура плавления некоторых веществ, °С
(при нормальном атмосферном давлении)*

Водород	-259	Натрий	98	Медь	1085
Кислород	-219	Олово	232	Чугун	1200
Азот	-210	Свинец	327	Сталь	1500
Спирт	-114	Янтарь	360	Железо	1539
Ртуть	-39	Цинк	420	Платина	1772
Лед	0	Алюминий	660	Осмий	3045
Цезий	29	Серебро	962	Вольфрам	3387
Калий	63	Золото	1064		

Переход вещества из жидкого состояния в твердое называют отвердеванием или кристаллизацией.

Температура, при которой вещество отвердевает (кристаллизуется), называют температурой отвердевания или кристаллизации.



Физическая величина, показывающая, какое количество теплоты необходимо сообщить кристаллическому телу массой 1 кг, чтобы при температуре плавления полностью перевести его в жидкое состояние, называется удельной теплотой плавления.

Удельную теплоту плавления обозначают λ (греч. буква «лямбда»). Ее единица — $1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

$$Q = \lambda m.$$

Из этой формулы можно определить, что

$$\lambda = \frac{Q}{m}, m = \frac{Q}{\lambda}.$$

Количество теплоты, выделяющееся при кристаллизации тела массой m , определяется также по формуле

$$Q = \lambda m.$$

Внутренняя энергия тела при этом уменьшается.

*Удельная теплота плавления некоторых веществ, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
(при нормальном атмосферном давлении)*

Алюминий	$3,9 \cdot 10^5$	Сталь	$0,84 \cdot 10^5$
Лед	$3,4 \cdot 10^5$	Золото	$0,67 \cdot 10^5$
Железо	$2,7 \cdot 10^5$	Водород	$0,59 \cdot 10^5$
Медь	$2,1 \cdot 10^5$	Олово	$0,59 \cdot 10^5$
Парафин	$1,5 \cdot 10^5$	Свинец	$0,25 \cdot 10^5$
Спирт	$1,1 \cdot 10^5$	Кислород	$0,14 \cdot 10^5$
Серебро	$0,87 \cdot 10^5$	Ртуть	$0,12 \cdot 10^5$

Пример. Для приготовления чая турист положил в котелок лед массой 2 кг, имеющий температуру 0 °С. Какое количество теплоты необходимо для превращения этого льда в кипяток при температуре 100 °С? Энергию, израсходованную на нагревание котелка, не учитывать.

Какое количество теплоты понадобилось бы, если вместо льда турист взял из проруби воду той же массы при той же температуре?

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 0 \text{ °С}$$

$$t_2 = 100 \text{ °С}$$

$$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

Лед прежде всего должен расплавиться, а для этого потребуется количество теплоты:

$$Q_1 = \lambda m,$$

$$Q_1 = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг} = 6,8 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$$

Для нагревания полученной из льда воды от 0 до 100 °С потребуется количество теплоты:

$$Q_2 = cm(t_2 - t_1),$$

$$Q_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}} \cdot 2 \text{ кг} (100 \text{ °С} - 0 \text{ °С}) = 8,4 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$$

Общее количество теплоты:

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

$$Q = 6,8 \cdot 10^5 \text{ Дж} + 8,4 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 1,52 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

Ответ: $Q = 1,52 \cdot 10^6 \text{ Дж}$.

Явление превращения жидкости в пар называется парообразованием.

Существует два способа перехода жидкости в газообразное состояние: *испарение* и *кипение*.

Парообразование, происходящее с поверхности жидкости, называется испарением.

Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется насыщенным паром.

Пар, не находящийся в состоянии равновесия со своей жидкостью, называется ненасыщенным.

Явление превращения пара в жидкость называется конденсацией.

Кипение — это интенсивный переход жидкости в пар, происходящий с образованием пузырьков пара по всему объему жидкости при определенной температуре.

Температуру, при которой жидкость кипит, называют температурой кипения.

*Температура кипения некоторых веществ, °С
(при нормальном атмосферном давлении)*

Водород	-253	Вода	100
Кислород	-183	Ртуть	357
Молоко	100	Свинец	1740
Эфир	35	Медь	2567
Спирт	78	Железо	2750

Относительной влажностью воздуха φ называют отношение абсолютной влажности воздуха ρ к плотности ρ_0 насыщенного водяного пара при той же температуре, выраженной в процентах.

Относительную влажность воздуха можно определить по формуле

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%.$$

Температура, при которой пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным, называется точкой росы.

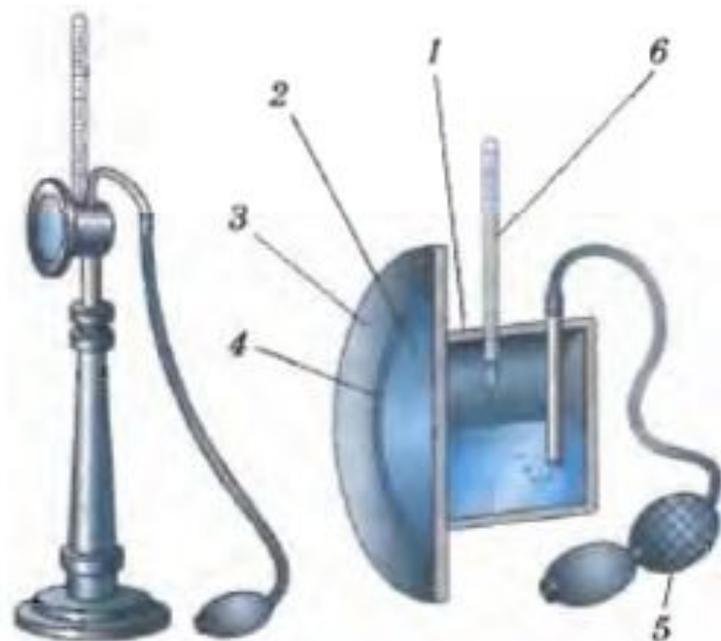


Рис. 20



Рис. 21

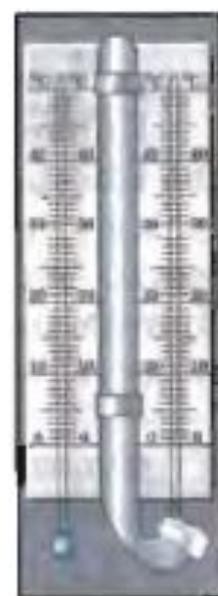


Рис. 22

С помощью конденсационного гигрометра можно определить абсолютную влажность воздуха по точке росы. Он представляет собой металлическую коробочку 1 (рис. 20). Ее передняя стенка 2 хорошо отполирована и окружена также отполированным кольцом 3. Между стенкой и кольцом расположена теплоизолирующая прокладка 4. К коробочке подсоединена резиновая груша 5 и вставлен термометр 6.

Физическая величина, показывающая, какое количество теплоты необходимо, чтобы обратить жидкость массой 1 кг в пар без изменения температуры, называется удельной теплотой парообразования.

Удельную теплоту парообразования обозначают буквой L . Ее единица — $1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

*Удельная теплота парообразования некоторых веществ, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
(при температуре кипения и нормальном атмосферном давлении)*

Вода	$2,3 \cdot 10^6$	Эфир	$0,4 \cdot 10^6$
Аммиак (жидкий)	$1,4 \cdot 10^6$	Ртуть	$0,3 \cdot 10^6$
Спирт	$0,9 \cdot 10^6$	Воздух (жидкий)	$0,2 \cdot 10^6$

Чтобы вычислить количество теплоты Q , необходимое для превращения в пар жидкости любой массы, взятой при температуре кипения, нужно удельную теплоту парообразования L умножить на массу m :

$$Q = Lm.$$

Из этой формулы можно определить, что

$$m = \frac{Q}{L}, L = \frac{Q}{m}.$$

Пример. Какое количество энергии требуется для превращения воды массой 2 кг, взятой при температуре 20 °С, в пар?

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 20 \text{ °С}$$

$$t_2 = 100 \text{ °С}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$Q = ?$

Решение:

Общее количество израсходованной энергии:

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

где Q_1 — энергия, которая необходима для нагревания воды от 20 до 100 °С:

$$Q_1 = cm(t_2 - t_1),$$

а Q_2 — энергия, которая необходима для превращения воды в пар без изменения ее температуры:

$$Q_2 = Lm.$$

$$Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}} \cdot 2 \text{ кг} (100 \text{ °С} - 20 \text{ °С}) + 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг} \approx 5,3 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$$

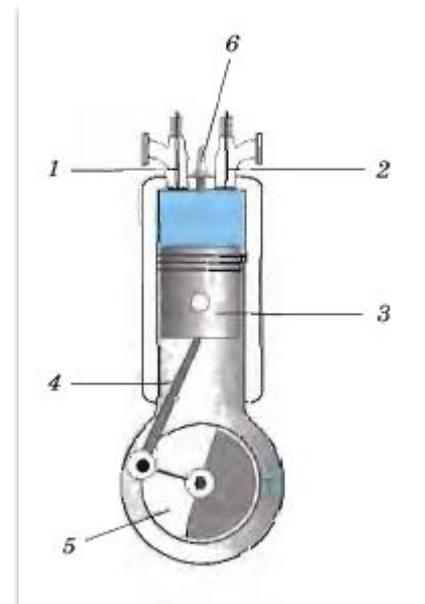
$$\text{Ответ: } Q = 5,3 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Тепловыми двигателями называют машины, в которых внутренняя энергия топлива превращается в механическую энергию.

На рисунке 24 показан простейший двигатель внутреннего сгорания в разрезе.

Двигатель состоит из цилиндра, в котором перемещается поршень 3, соединенный при помощи шатуна 4 с коленчатым валом 5.

В верхней части цилиндра имеется два клапана 1 и 2, которые при работе двигателя автоматически открываются и закрываются в нужные моменты. Через клапан 1 в цилиндр поступает горячая смесь, которая воспламеняется с помощью свечи 6, а через клапан 2 выпускаются отработавшие газы.



Для характеристики экономичности различных двигателей введено понятие *коэффициента полезного действия двигателя* — КПД.

Отношение совершенной полезной работы двигателя, к энергии, полученной от нагревателя, называют коэффициентом полезного действия теплового двигателя.

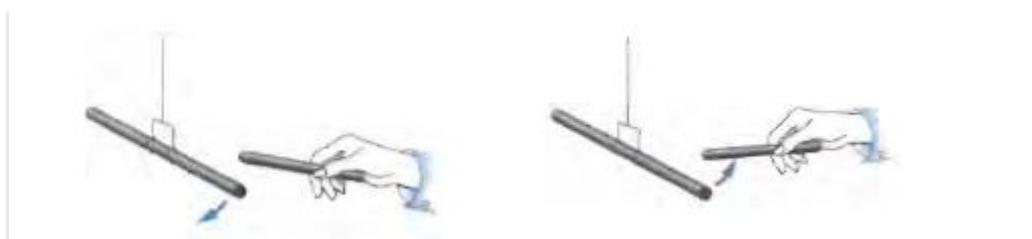
КПД теплового двигателя определяют по формуле

$$\text{КПД} = \frac{A_{\text{п}}}{Q_1}, \text{ или } \text{КПД} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%,$$

где $A_{\text{п}}$ — полезная работа, Q_1 — количество теплоты, полученное от нагревателя, Q_2 — количество теплоты, отданное холодильнику, $Q_1 - Q_2$ — количество теплоты, которое пошло на совершение работы. КПД выражается в процентах.

Например, двигатель из всей энергии, выделившейся при сгорании топлива, расходует на совершение полезной работы только одну четвертую часть. Тогда коэффициент полезного действия двигателя равен $\frac{1}{4}$, или 25%.

КПД двигателя обычно выражают в процентах. Он всегда меньше единицы, т. е. меньше 100%. Например, КПД двигателей внутреннего сгорания 20—40%, паровых турбин — выше 30%.



Если эбонитовая палочка отталкивается от поднесенного к ней наэлектризованного тела, значит, на палочке заряд такого же рода, что и на теле, т. е. отрицательный. В случае, когда эбонитовая палочка притягивается к поднесенному телу, значит, у палочки и у тела заряды разного рода. На эбонитовой палочке — отрицательный, на теле — положительный.

Поэтому можно считать, что *существует только два рода электрических зарядов.*

Проделанные нами опыты показывают, что *тела, имеющие электрические заряды одинакового знака, взаимно отталкиваются, а тела, имеющие заряды противоположного знака, взаимно притягиваются.*

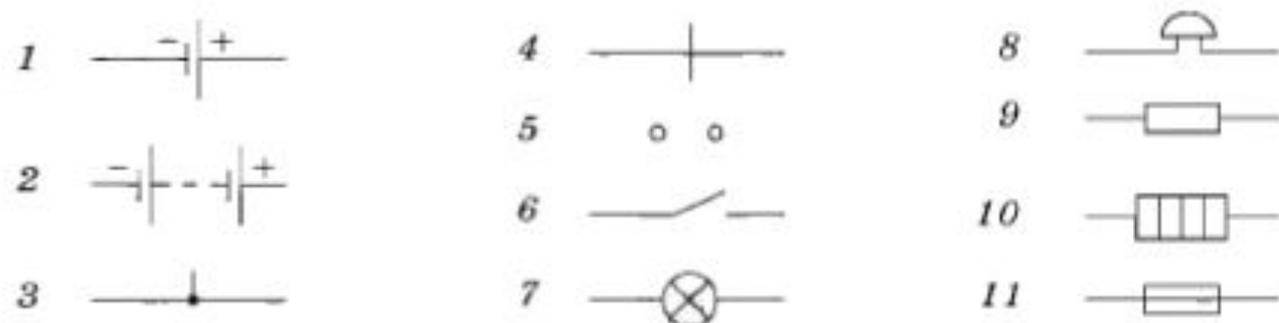
Проводниками называют тела, через которые электрические заряды могут переходить от заряженного тела к незаряженному.

Непроводниками называют такие тела, через которые электрические заряды не могут переходить от заряженного тела к незаряженному.

Полупроводниками называют тела, которые по способности передавать электрические заряды занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками.

Сила, с которой электрическое поле действует на внесенный в него электрический заряд, называется электрической силой.

Электрическим током называется упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц.



Условные обозначения, применяемые на схемах: 1 — гальванический элемент или аккумулятор, 2 — батарея элементов и аккумуляторов, 3 — соединение проводов, 4 — пересечение проводов (без соединения), 5 — зажимы для подключения какого-нибудь прибора, 6 — ключ, 7 — электрическая лампа, 8 — электрический звонок, 9 — резистор (проводник, имеющий определенное сопротивление), 10 — нагревательный элемент, 11 — плавкий предохранитель

Рис. 48

Значит, сила тока равна отношению электрического заряда q , прошедшего через поперечное сечение проводника, ко времени его прохождения t , т. е.

$$I = \frac{q}{t},$$

где I — сила тока.

За единицу силы тока принимают силу тока, при которой отрезки таких параллельных проводников длиной 1 м взаимодействуют с силой $2 \cdot 10^{-7}$ Н (0,0000002 Н).

Эту единицу силы тока называют ампером (А). Так она названа в честь французского ученого *Андре Ампера*.

Применяют также дольные и кратные единицы силы тока: миллиампер (мА), микроампер (мкА), килоампер (кА).

$$\begin{aligned} 1 \text{ мА} &= 0,001 \text{ А}; \\ 1 \text{ мкА} &= 0,000001 \text{ А}; \\ 1 \text{ кА} &= 1000 \text{ А}. \end{aligned}$$

Так как $I = \frac{q}{t}$, то $q = It$. Полагая $I = 1$ А, $t = 1$ с, получим единицу электрического заряда — 1 Кл.

$$1 \text{ кулон} = 1 \text{ ампер} \times 1 \text{ секунду},$$

или

$$1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ с} = 1 \text{ А} \cdot \text{с}.$$

За единицу электрического заряда принимают электрический заряд, проходящий сквозь поперечное сечение проводника при силе тока 1 А за время 1 с.

Напряжение показывает, какую работу совершает электрическое поле при перемещении единичного положительного заряда из одной точки в другую.

Зная работу тока A на данном участке цепи и весь электрический заряд q , прошедший по этому участку, можно определить напряжение U , т. е. *работу тока при перемещении единичного электрического заряда:*

$$U = \frac{A}{q}.$$

Следовательно, *напряжение равно отношению работы тока на данном участке к электрическому заряду, прошедшему по этому участку.*

Из предыдущей формулы можно определить:

$$A = Uq, q = \frac{A}{U}.$$

За единицу напряжения принимают такое электрическое напряжение на концах проводника, при котором работа по перемещению электрического заряда в 1 Кл по этому проводнику равна 1 Дж.

$$1 \text{ В} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}}.$$

Кроме вольта применяют дольные и кратные ему единицы: *милливольт (мВ) и киловольт (кВ).*

$$1 \text{ мВ} = 0,001 \text{ В};$$

$$1 \text{ кВ} = 1000 \text{ В}.$$

Напряжение на полюсах элемента Вольта	1,1
• сухого элемента	1,5
• щелочного аккумулятора (одного элемента)	1,25
• кислотного аккумулятора (одного элемента)	2
Напряжение в осветительной сети	127 и 220
Напряжение в линии электропередачи Волжская ГЭС — Москва	500 000
Напряжение между облаками во время грозы	До 100 000 000

Электрическое сопротивление — физическая величина. Обозначается оно буквой R .

За единицу сопротивления принимают 1 ом — сопротивление такого проводника, в котором при напряжении на концах 1 вольт сила тока равна 1 амперу. Кратко это записывают так:

$$1 \text{ Ом} = \frac{1 \text{ В}}{1 \text{ А}}.$$

Применяют и другие единицы сопротивления: миллиом (мОм), килоом (кОм), мегаом (МОм).

$$1 \text{ мОм} = 0,001 \text{ Ом};$$

$$1 \text{ кОм} = 1000 \text{ Ом};$$

$$1 \text{ МОм} = 1\,000\,000 \text{ Ом}.$$

Закон Ома читается так: *сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению.*

$$I = \frac{U}{R},$$

здесь I — сила тока в участке цепи, U — напряжение на этом участке, R — сопротивление участка.

Закон Ома — один из основных физических законов.

Из формулы $I = \frac{U}{R}$ следует, что

$$U = IR \text{ и } R = \frac{U}{I}.$$

Введем буквенные обозначения: ρ — удельное сопротивление, l — его длина, S — площадь поперечного сечения проводника. Тогда сопротивление проводника R выразится формулой

$$R = \frac{\rho l}{S}.$$

Из нее получим, что:

$$l = \frac{RS}{\rho}, S = \frac{\rho l}{R}, \rho = \frac{RS}{l}.$$

Из последней формулы можно определить единицу удельного сопротивления. Так как единицей сопротивления является 1 Ом, единицей площади поперечного сечения — 1 м^2 , а единицей длины — 1 м, то единицей удельного сопротивления будет:

$$\frac{1 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ м}^2}{1 \text{ м}}, \text{ или } 1 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Удобнее выражать площадь поперечного сечения проводника в квадратных миллиметрах, так как она чаще всего бывает небольшой. Тогда единицей удельного сопротивления будет:

$$\frac{1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}.$$

Удельное электрическое сопротивление некоторых веществ,

$$\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \text{ (при } t = 20 \text{ }^\circ\text{C)}$$

Серебро	0,016	Никелин	0,40	Нихром	1,1
Медь	0,017	(сплав)		(сплав)	
Золото	0,024	Манганин	0,43	Фехраль	1,3
Алюминий	0,028	(сплав)		(сплав)	
Вольфрам	0,055	Константан	0,50	Графит	13
Железо	0,10	(сплав)		Фарфор	10^{19}
Свинец	0,21	Ртуть	0,96	Эбонит	10^{20}

Пример 1. Длина медного провода, использованного в осветительной сети, 100 м, площадь поперечного сечения его 2 мм^2 . Чему равно сопротивление такого провода?

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано:

$$l = 100 \text{ м}$$

$$S = 2 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$R = ?$$

Решение:

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

Удельное сопротивление меди находим в таблице 8, тогда:

$$R = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 100 \text{ м} : 2 \text{ мм}^2 = 0,85 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R = 0,85 \text{ Ом.}$

Пример 2. Никелиновая проволока длиной 120 м и площадью поперечного сечения $0,5 \text{ мм}^2$ включена в цепь с напряжением 127 В. Определить силу тока в проволоке.

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано:

$$l = 120 \text{ м}$$

$$S = 0,5 \text{ мм}^2$$

$$U = 127 \text{ В}$$

$$\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$I = ?$$

Решение:

Силу тока можно определить по закону Ома:

$$I = \frac{U}{R}. \quad (1)$$

Неизвестное сопротивление — по формуле

$$R = \frac{\rho l}{S}. \quad (2)$$

Подставляя значения величин в формулы (2) и (1), находим:

$$R = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{120 \text{ м}}{0,5 \text{ мм}^2} = 96 \text{ Ом}.$$

$$I = 127 \text{ В} : 96 \text{ Ом} \approx 1,3 \text{ А}.$$

Ответ: $I \approx 1,3 \text{ А}$.

Пример 3. Манганиновая проволока длиной 8 м и площадью поперечного сечения $0,8 \text{ мм}^2$ включена в цепь аккумулятора. Сила тока в цепи $0,3 \text{ А}$. Определить напряжение на полюсах аккумулятора.

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано:

$$l = 8 \text{ м}$$

$$S = 0,8 \text{ мм}^2$$

$$I = 0,3 \text{ А}$$

$$\rho = 0,43 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$U = ?$$

Решение:

Напряжение на полюсах аккумулятора равно напряжению на концах проволоки. Это напряжение можно найти по закону Ома:

$$U = IR.$$

Неизвестное сопротивление определим по формуле $R = \frac{\rho l}{S}$, тогда:

$$U = \frac{I \rho l}{S}.$$

Подставляя значения величин в формулу, получим:

$$U = 0,3 \text{ А} \cdot 0,43 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 8 \text{ м} : 0,8 \text{ мм}^2 = 1,3 \text{ В}.$$

Ответ: $U = 1,3 \text{ В}$.

Мы уже знаем, что *при последовательном соединении сила тока в любых частях цепи одна и та же, т. е.*

$$I = I_1 = I_2.$$

Общее сопротивление цепи при последовательном соединении равно сумме сопротивлений отдельных проводников (или отдельных участков цепи):

$$R = R_1 + R_2.$$

Напряжение на концах отдельных участков цепи рассчитывается на основе закона Ома:

$$U_1 = IR_1, U_2 = IR_2.$$

Из приведенных равенств видно, что напряжение будет бóльшим на проводнике с наибольшим сопротивлением, так как сила тока везде одинакова.

Полное напряжение в цепи при последовательном соединении, или напряжение на полюсах источника тока, равно сумме напряжений на отдельных участках цепи:

$$U = U_1 + U_2.$$

Пример 1. Два проводника сопротивлением $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$ соединены последовательно. Сила тока в цепи $I = 1 \text{ А}$. Определить сопротивление цепи, напряжение на каждом проводнике и полное напряжение всего участка цепи.

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано:

$$R_1 = 2 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 3 \text{ Ом}$$

$$I = 1 \text{ А}$$

$$R = ?$$

$$U_1 = ?$$

$$U_2 = ?$$

$$U = ?$$

Решение:

Сила тока во всех последовательно соединенных проводниках одна и та же и равна силе тока в цепи, т. е.:

$$I_1 = I_2 = I = 1 \text{ А.}$$

Общее сопротивление цепи:

$$R = R_1 + R_2,$$

$$R = 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} = 5 \text{ Ом.}$$

Напряжение на каждом из проводников найдем по закону Ома:

$$U_1 = IR_1; U_1 = 1 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 2 \text{ В};$$

$$U_2 = IR_2; U_2 = 1 \text{ А} \cdot 3 \text{ Ом} = 3 \text{ В.}$$

Полное напряжение в цепи:

$$U = U_1 + U_2, \text{ или } U = IR.$$

$$U = 2 \text{ В} + 3 \text{ В} = 5 \text{ В}, \text{ или } U = 1 \text{ А} \cdot 5 \text{ Ом} = 5 \text{ В.}$$

Ответ: $R = 5 \text{ Ом}$, $U_1 = 2 \text{ В}$, $U_2 = 3 \text{ В}$, $U = 5 \text{ В}$.

Поэтому сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме сил токов в отдельных параллельно соединенных проводниках: $I = I_1 + I_2$.

Общее сопротивление цепи при параллельном соединении проводников определяется по формуле

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

Пример. В осветительную сеть комнаты включены две электрические лампы, сопротивления которых 200 и 300 Ом. Напряжение в сети 120 В. Определить силу тока в каждой лампе, силу тока в подводящих проводах (т. е. силу тока до разветвления), общее сопротивление участка, состоящего из двух ламп.

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано: $R_1 = 200 \text{ Ом}$ $R_2 = 300 \text{ Ом}$ $U = 120 \text{ В}$ <hr/> $I_1 = ?$ $I_2 = ?$ $I = ?$ $R = ?$	Решение: Напряжение на каждой лампе равно напряжению в сети, так как лампы соединены параллельно, т. е. $U_1 = U_2 = 120 \text{ В}$. Силу тока в каждой лампе определяем, пользуясь законом Ома: $I = \frac{U}{R}$. $I_1 = \frac{U}{R_1}, I_1 = \frac{120 \text{ В}}{200 \text{ Ом}} = 0,6 \text{ А}.$ $I_2 = \frac{U}{R_2}, I_2 = \frac{120 \text{ В}}{300 \text{ Ом}} = 0,4 \text{ А}.$
---	---

Сила тока в подводящих проводах равна сумме сил тока в лампах:
 $I = I_1 + I_2, I = 0,6 \text{ А} + 0,4 \text{ А} = 1 \text{ А}.$

Общее сопротивление участка цепи, состоящего из двух параллельно соединенных ламп, находим по закону Ома:

$$R = \frac{U}{I}, R = \frac{120 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 120 \text{ Ом}.$$

Ответ: $I_1 = 0,6 \text{ А}, I_2 = 0,4 \text{ А}, I = 1 \text{ А}, R = 120 \text{ Ом}.$

чтобы определить работу электрического тока на каком-либо участке цепи, надо напряжение на концах этого участка цепи умножить на электрический заряд (количество электричества), прошедший по нему:

$$A = Uq,$$

где A — работа, U — напряжение, q — электрический заряд. Электрический заряд, прошедший по участку цепи, можно определить, измерив силу тока и время его прохождения:

$$q = It.$$

Используя это соотношение, получим формулу работы электрического тока, которой удобно пользоваться при расчетах:

$$A = UIt.$$

Работа электрического тока на участке цепи равна произведению напряжения на концах этого участка на силу тока и на время, в течение которого совершалась работа.

Работу измеряют в *джоулях*, напряжение — в *вольтах*, силу тока — в *амперах* и время — в *секундах*, поэтому можно написать:

1 джоуль = 1 вольт × 1 ампер × 1 секунду, или 1 Дж = 1 В · А · с.

Пример. Какую работу совершает электродвигатель за 1 ч, если сила тока в цепи электродвигателя 5 А, напряжение на его клеммах 220 В? КПД двигателя 80%.

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано:	СИ	Решение:
$t = 1 \text{ ч}$	3600 с	Полная работа тока $A = UIt$;
$I = 5 \text{ А}$		$A = 220 \text{ В} \cdot 5 \text{ А} \cdot 3600 \text{ с} =$
$U = 220 \text{ В}$		$= 3\,960\,000 \text{ В} \cdot \text{А} \cdot \text{с} \approx 4\,000\,000 \text{ Дж}.$
$\text{КПД} = 80\%$		Работа двигателя A_1 , т. е. полезная работа тока составляет 80% от всей работы тока: $A_1 = A \cdot \text{КПД}$;
$A_1 = ?$		

$$A_1 = 4\,000\,000 \text{ Дж} \cdot 80\% : 100\% = 3\,200\,000 \text{ Дж} = 3,2 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 3,2 \cdot 10^3 \text{ кДж}.$$

Ответ: $A_1 = 3,2 \cdot 10^3 \text{ кДж}.$

Мы знаем, что мощность численно равна работе, совершенной в единицу времени. Следовательно, чтобы найти среднюю мощность электрического тока, надо его работу разделить на время:

$$P = \frac{A}{t},$$

где P — мощность тока (механическую мощность мы обозначали буквой N).

Работа электрического тока равна произведению напряжения на силу тока и на время: $A = UIt$, следовательно,

$$P = \frac{A}{t} = \frac{UIt}{t} = UI.$$

Таким образом, мощность электрического тока равна произведению напряжения на силу тока, или

$$P = UI.$$

Из этой формулы можно определить, что

$$U = \frac{P}{I}, I = \frac{P}{U}.$$

За единицу мощности, как известно, принят **1 Вт**, равный $1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$.

Из формулы $P = UI$ следует, что

$$1 \text{ ватт} = 1 \text{ вольт} \cdot 1 \text{ ампер, или } 1 \text{ Вт} = 1 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

Используют также единицы мощности, кратные ватту: *гектоватт* (гВт), *киловатт* (кВт), *мегаватт* (МВт).

$$1 \text{ гВт} = 100 \text{ Вт},$$

$$1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт},$$

$$1 \text{ МВт} = 1\,000\,000 \text{ Вт}.$$

Мощность различных электрических устройств, кВт

Лампа карманного фонаря	$\approx 0,001$
Холодильник домашний	0,110—0,16
Лампы осветительные (бытовые)	0,015—0,2
Электрический утюг	0,3—1
Стиральная машина	0,35—0,6
Электрическая плитка	0,6; 0,8; 1; 1,25
Электропылесос	до 0,6
Лампы в звездах башен Кремля	5
Двигатель электровоза ВЛ10	650
Электровоз ВЛ10	5200
Электродвигатель прокатного стана	6000—9000
Гидрогенератор Братской ГЭС	250 000
Турбогенератор	50 000—1 200 000

$1 \text{ Вт} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$, откуда $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт} \cdot \text{с}$.

Пример. Имеется электрическая лампа, рассчитанная на ток мощностью 100 Вт. Ежедневно лампа горит в течение 6 ч. Найти работу тока за один месяц (30 дней) и стоимость израсходованной энергии при тарифе 30 к. за 1 кВт · ч.

Запишем условие задачи и решим ее.

Дано:	Решение:
$P = 100 \text{ Вт}$	$A = Pt.$
$t = 6 \text{ ч} \cdot 30 = 180 \text{ ч}$	$A = 100 \text{ Вт} \cdot 180 \text{ ч} = 18\,000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} =$ $= 18 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$
Тариф = $30 \frac{\text{к.}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$	Стоимость = $30 \frac{\text{к.}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}} \cdot 18 \text{ кВт} \cdot \text{ч} =$ $= 5 \text{ р. } 40 \text{ к.}$
$A = ?$	
Стоимость — ?	

Ответ: $A = 18 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$, стоимость = 5 р. 40 к.

Мы знаем, что работу тока рассчитывают по формуле

$$A = UIt.$$

Обозначим количество теплоты буквой Q . Согласно сказанному выше $Q = A$, или $Q = UIt$.

Пользуясь законом Ома, можно количество теплоты, выделяемое проводником с током, выразить через силу тока, сопротивление участка цепи и время. Зная, что $U = IR$, получим: $Q = IRIt$, т. е.

$$Q = I^2Rt.$$

Количество теплоты, выделяемое проводником с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени.

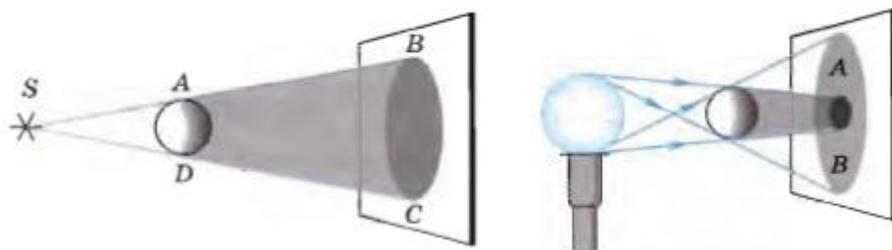
*Коротким замыканием называют со-
единение концов участка цепи проводни-
ком, сопротивление которого очень мало
по сравнению с сопротивлением участка
цепи.*

*Линии, вдоль которых в магнитном поле располагают-
ся оси маленьких магнитных стрелок, называют магнит-
ными линиями магнитного поля.*

*Катушка с железным сердечни-
ком внутри называется электро-
магнитом.*

Световой луч — это линия, вдоль которой распространяется энергия от источника света.

Полутень — это та область, в которую попадает свет от части источника света.



Луч света, направленный перпендикулярно к границе раздела двух сред, проходит из одной среды в другую без преломления.

При изменении угла падения меняется и угол преломления. Чем больше угол падения, тем больше угол преломления (рис. 138). При этом отношение между углами не сохраняется. Если составить отношение синусов углов падения и преломления, то оно остается постоянным.

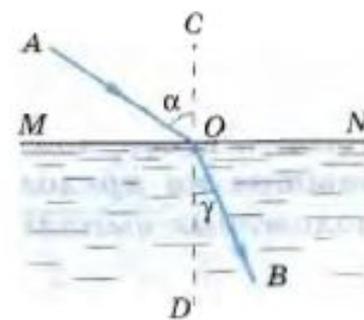


Рис. 138

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin 23^\circ} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 33^\circ} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 42^\circ} \cong 1,3.$$

Для любой пары веществ с различной оптической плотностью можно написать:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n,$$

где n — постоянная величина, не зависящая от угла падения.

Таким образом, преломление света происходит по следующему закону:

Лучи падающий, преломленный и перпендикуляр, проведенный к границе раздела двух сред в точке падения луча, лежат в одной плоскости.

Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n.$$

В атмосфере Земли происходит преломление света, поэтому мы видим звезды и Солнце выше их истинного расположения на небе.

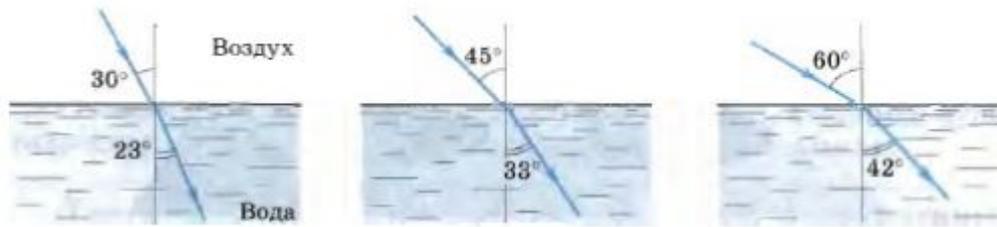
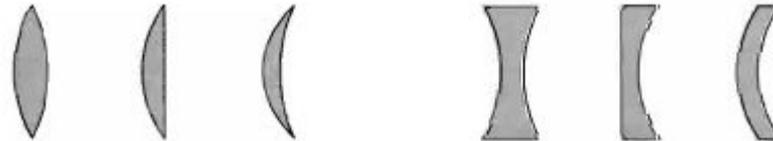


Рис. 139

Линзами называются прозрачные тела, ограниченные с двух сторон сферическими поверхностями.



Линзы характеризуются величиной, которая называется *оптической силой линзы*. Оптическая сила обозначается буквой D .

Оптическая сила линзы — это величина, обратная ее фокусному расстоянию.

Оптическая сила линзы рассчитывается по формуле

$$D = \frac{1}{F}.$$

За единицу оптической силы принята *диоптрия (дптр)*.

1 диоптрия — *это оптическая сила линзы, фокусное расстояние которой равно 1 м.*

Если фокусное расстояние линзы меньше 1 м, то оптическая сила будет больше 1 дптр. В случае, когда фокусное расстояние линзы больше 1 м, ее оптическая сила меньше 1 дптр. Например,

если $F = 0,2$ м, то $D = \frac{1}{0,2 \text{ м}} = 5$ дптр,

если $F = 2$ м, то $D = \frac{1}{2 \text{ м}} = 0,5$ дптр.